

Aplikasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas secara Wireless Berbasis Mikrokontroller Berdasarkan Kepadatan Kendaraan dengan Pemantauan CCTV

Kurnia Aditya Rahman¹, Yuli Christyono, ST, MT.², Budi Setiyono, ST, MT.²

ABSTRACT

Traffic is one of the backbone of the economy of a nation. Without good traffic structure, the nation's economy will be difficult to develop. In addition, several other environmental problems such as congestion, flooding and road damage exacerbating the economy of a nation. Traffic lights are lights that are used to regulate smooth traffic at a crossroads. Because its function is so important then the traffic lights should be controlled with as easy as possible. Most of the traffic light control at the moment still using the timer and the time lights are in the settings from scratch. That caused the operator is difficult to change the time of traffic lights in each direction at all times. One solution to the above is by designing a traffic light controller remotely. One solution to the above is by designing a traffic light controller using Delphi 7.0 computer program by the time the LEDs can be changed at any time.

In this final task will be designed a traffic light control system, especially for highway junction, using a computer program use Delphi 7.0 and wireless (transceiver) as a medium for data transmission. The design is done by making a series of digital switches in the form of relay drivers are packaged in the form of aircraft simulation / miniature that will be controlled by a microcontroller circuit using IC ATMEGA 8535. After that designed the software as a controller that regulates the output signal to the transceiver and transceiver are connected with traffic lights through a series of digital switches.

By setting the signal that it is a long time and the condition of traffic lights can be set at any time. Testing was conducted on a comparison control the length of time the LEDs according to settings in the control program with the actual time. Comparison of the condition of the LEDs on the control program with the lights on the aircraft simulation.

Keywords: traffic light, delphi 7, microcontroller, wireless (transceiver).

I. PENDAHULUAN

Lampu lalu lintas adalah lampu yang digunakan untuk mengatur kelancaran lalu lintas di suatu persimpangan jalan dengan cara memberi kesempatan pengguna jalan dari masing-masing arah untuk berjalan secara bergantian. Karena fungsinya yang begitu penting maka lampu lalu lintas harus dapat dikendalikan atau dikontrol dengan semudah mungkin.

Salah satu solusi untuk masalah tersebut diatas adalah dengan merancang sebuah pengendali lampu lalu lintas melalui wireless berbasis Delphi 7.0 yang dapat diatur berdasarkan kepadatan kendaraan bermotor. Pemantauan dilakukan melalui kamera CCTV pada pos polisi di masing-masing persimpangan jalan.

Pengendali lampu lalu lintas ini memudahkan polisi lalu lintas sebagai operator didalam mengendalikan nyala lampu lalu lintas sekaligus memperlancar laju lalu lintas disuatu ruas jalan. Pengendaliannya dilakukan dengan menggunakan remote (pengendali jarak jauh) yang diakses menggunakan wireless, dengan cara memilih dan menekan kondisi / kontrol lampu yang diinginkan. Keunggulan dari pengendali ini adalah waktu nyala lampu bisa diatur setiap saat menyesuaikan kondisi jalan.

Tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah pemanfaatan *wireless* untuk mengendalikan atau mengontrol lampu lalu lintas. Merancang dan membangun sebuah miniature sistem pengendalian lampu lalu lintas pada simpangan jalan bundaran kalibanteng semarang menggunakan *wireless* dengan komputer berbasis Delphi 7.0.

II. DASAR TEORI

2.1 Lampu Lalu Lintas

2.1.1 Karakteristik Lampu Lalu Lintas

Sistem perlampuan lalu lintas menggunakan jenis nyala tiga lampu, yaitu lampu hijau (*green*), lampu kuning (*amber*) dan lampu merah (*red*).

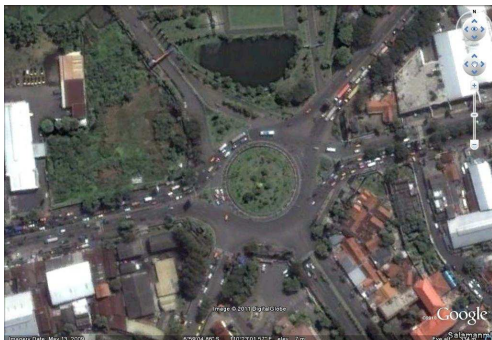
Tujuan diterapkannya pengaturan lampu lalu lintas adalah:

1. Menciptakan pergerakan-pergerakan dan hak berjalan secara bergantian dan teratur.
2. Hirarki rute bisa dilaksanakan : rute utama diusahakan untuk mengalami kelambatan (*delay*) minimal.
3. Mengurangi terjadinya kecelakaan dan kelambatan lalu lintas.
4. Memberikan mekanisme pengaturan lalu lintas yang lebih efektif dan murah dibandingkan pengaturan manual.

Secara *default*, setiap lampu lalu lintas akan mengatur laju kendaraan yang akan berjalan lurus dan berbelok ke kanan. Sedangkan belok kiri ada lampu lalu lintas atau rambu-rambu lalu lintas lain yang mengatur belokan ke kiri, apabila tidak ada maka belok ke kiri mengikuti nyala lampu berjalan lurus.

2.1.2 Perlintasan Bundaran Kalibanteng Semarang

Perlintasan bundaran kalibanteng berada di daerah strategis di kota semarang. Bundaran Kalibanteng merupakan simpul kota yang mengarah ke pusat Kota Semarang dari arah Barat.



Gambar 1. Perlintasan Bundaran Kalibanteng Semarang

Persimpangan bundaran kalibanteng semarang meliputi jalan Jendral Sudirman, jalan Siliwangi, bandara Ahmad Yani, jalan Pamularsih, jalan arteri PRPP dan jalan Abdurrahman Saleh.

2.2 Delphi 7

Delphi adalah sebuah bahasa pemrograman dan lingkungan pengembangan perangkat lunak berbasis visual yang digunakan untuk membuat program aplikasi pada komputer (seperti Visual Basic). Bahasa Delphi, atau dikenal pula sebagai object pascal (pascal dengan ekstensi pemrograman berorientasi objek (PBO/OOP)). Bahasa pemrograman yang digunakan oleh Delphi sebenarnya merupakan turunan dari bahasa pemrograman pascal, yang dahulu pada Delphi dikenal sebagai objek pascal.

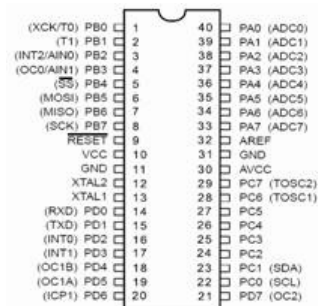
2.3 Mikrokontroler ATmega8535

Secara umum, untuk tipe AVR ada 3 jenis yaitu AT Tiny, AVR klasik, AT Mega. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan intruksi yang digunakan bisa dikatakan hampir sama.

AVR juga mempunyai In-System programmable Flash on-chip yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam

sistem menggunakan hubungan serial SPI. Untuk memprogram mikrokontroler dapat menggunakan bahasa assembler atau bahasa C.

Susunan pin Atmega 8535 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Susunan Pin mikrokontroler Atmega 8535

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa ATmega8535 memiliki konfigurasi sebagai berikut:

1. VCC (pin 10) merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND (pin 31) merupakan pin *ground*.
3. Port A (PA0-PA7) (pin 33-40) merupakan pin I/O dua arah (*bidirectional*), pin ADC.
4. Port B (PB0-PB7) (pin 1-8) merupakan pin I/O dua arah (*bidirectional*), pin timer/counter, analog comparator, SPI.
5. Port C (PC0-PC7) (pin 22-29) merupakan pin I/O dua arah (*bidirectional*), TWI, analog comparator, timer oscillator.
6. Port D (PD0-PD7) (pin 15-21) merupakan pin I/O dua arah (*bidirectional*), komparator analog, interupsi eksternal, USART.
7. RESET (pin 9) merupakan pin untuk mereset mikrokontroller.
8. XTAL1 dan XTAL2 (pin 13 dan 12) merupakan pin untuk clock eksternal.
9. AVCC (pin 30) merupakan pin input tegangan ADC.
10. AREF (pin 32) merupakan pin input tegangan referensi ADC.

2.4 Transceiver

Transceiver adalah sebuah perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menghubungkan sebuah komputer ke sebuah jaringan dengan teknologi pemancaran pita basis (baseband) sehingga komputer tersebut dapat memancarkan dan menerima sinyal di dalam jaringan tersebut. Radio komunikasi transceiver adalah pesawat pemancar radio sekaligus berfungsi ganda sebagai pesawat penerima radio yang digunakan untuk keperluan komunikasi. Ia terdiri atas bagian transmitter dan bagian receiver yang dirakit secara terintegrasi.

2.5 Motor Stepper

Motor Stepper adalah motor listrik sinkron yang mengubah data pulsa digital ke rotasi mekanik dan satu putaran penuhnya terbagi dalam banyak langkah (step). Banyaknya rotasi yang dilakukan sebanding dengan pulsa digital yang diberikan dan kecepatan putaran sebanding dengan frekuensi pulsa digital tersebut. Motor stepper dapat diatur posisi sudutnya dengan teliti tanpa perlu ada mekanisme umpan balik (*open-loop controller*) selama motor stepper tersebut dikendalikan dengan hati-hati.

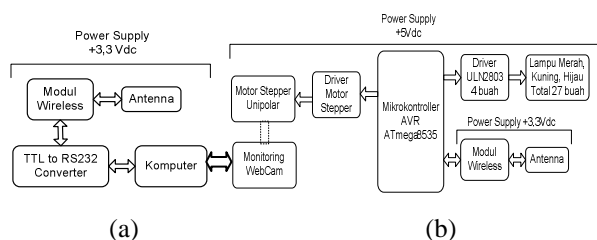
2.6 Close Circuit Television (CCTV)

CCTV adalah penggunaan Video Camera untuk menampilkan gambar pada waktu dan tempat tertentu CCTV merupakan kepanjangan dari Closed Circuit Television, yang berarti menggunakan signal yang bersifat tertutup, tidak seperti televisi biasa yang merupakan broadcast signal. Pada umumnya CCTV digunakan sebagai pelengkap keamanan dan banyak dipakai di dalam industri industri seperti : Militer, Airport, Toko, Kantor, Pabrik bahkan sekarang perumahan pun telah menggunakan teknologi ini.

III. PERANCANGAN

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Secara umum perangkat keras sistem terdiri dari 2 blok utama yaitu blok master lampu lalu lintas pada pos polisi dan blok slave lampu lalu lintas pada jalan raya / simpangan jalan. Kedua diagram blok sistem pengendali lampu lalu lintas melalui *wireless* diperlihatkan pada gambar di bawah ini.

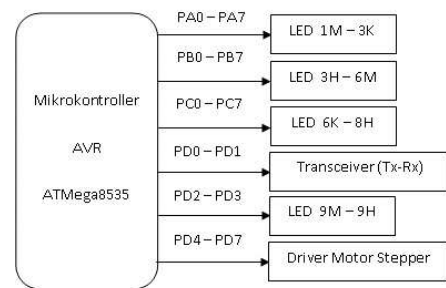


Gambar 3. Diagram blok Master dan Slave lampu lalu lintas.

- (a). Diagram blok Master Lampu Lalu Lintas.
(b). Diagram blok Slave Lampu Lalu Lintas.

3.1.1 Plant Sistem Pengendali

Plant sistem pengendali atau blok slave lampu lalu lintas terdiri dari tiga rangkaian utama yaitu modul *wireless*, modul lampu lalu lintas, driver motor stepper dan WebCam. Semua itu saling berkaitan dan dikendalikan oleh mikrokontroler AVR ATmega8535. Rangkaian lengkap *plant* sistem pengendali secara sistem minimum ditunjukkan pada Gambar 4.



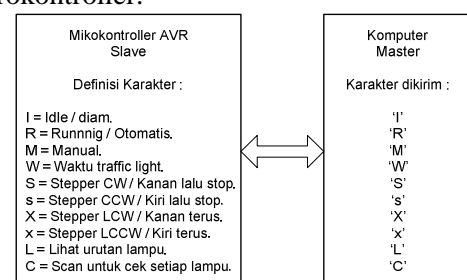
Gambar 4. Sistem minimum rangkaian lengkap *plant* sistem pengendali.

Dari Gambar 4 terlihat bahwa rangkaian tersebut menggunakan seluruh saluran I/O yang terdapat pada mikrokontroler AVR ATmega8535. Secara detailnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pin kaki pada portA0 sampai portA7 digunakan sebagai pengendali nyala lampu led 1M sampai 3K.
2. Pin kaki pada portB0 sampai portB7 digunakan sebagai pengendali nyala lampu led 3H sampai 6M.
3. Pin kaki pada portC0 sampai portC7 digunakan sebagai pengendali nyala lampu led 6K sampai 8H.
4. Pin kaki pada portD0 dan portD1 digunakan sebagai input output *receiver* (Rx) dan *transmitter* (Tx) pada penggunaan *wireless* (*transceiver*) sebagai media transmisi data.
5. Pin kaki pada portD2 sampai portD3 digunakan sebagai pengendali nyala lampu led 9M sampai 9H.
6. Pin kaki pada portD4 sampai portD7 digunakan sebagai pengendali pergerakan motor stepper.

3.1.2 Perancangan Protokol Komunikasi Data Wireless

Mikrokontroler AVR ATmega8535 berkomunikasi dengan komputer secara *wireless* (*transceiver* / Rx,Tx) dan komunikasi terjadi secara *Half Duplex* (kirim dan terima data tidak dapat dilakukan secara bersamaan / harus bergantian) sehingga harus ditentukan posisi *master* dan *slave*-nya. Dalam hal ini Master adalah komputer dan slave adalah rangkaian Mikrokontroler.

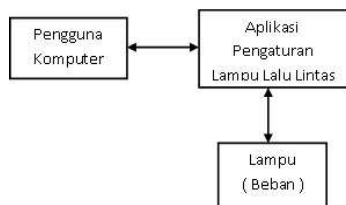


Gambar 5. Protokol komunikasi master-slave.

Komputer atau *master* menentukan kondisi-kondisi yang terjadi pada mikrokontroller. Mode ini dikirim secara *wireless* menggunakan protokol yang ditentukan dan data yang dikirim berupa data ASCII atau karakter agar mempermudah perancangan protokol komunikasi data dan mempermudah mengoreksi jika terjadi kesalahan.

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang akan dirancang diimplementasikan pada komputer. Aplikasi pengaturan lampu lalu lintas tersebut berkomunikasi dengan cara mengirimkan data melalui jaringan *wireless* (*transceiver*) yang dikendalikan langsung oleh pengguna / *user* sesuai dengan keadaan yang diinginkan. Interaksi perangkat lunak tersebut dengan pengguna dan dengan *plant* sistem pengendali adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Interaksi Pengguna-Aplikasi-Plant.

Dari Gambar 6. terlihat bahwa antar pengguna komputer, aplikasi pengaturan lampu lalu lintas dan lampu lalu lintas saling berinteraksi secara dua arah. Dengan kata lain terjadi pengiriman dan penerimaan data kembali pada tiap-tiap perangkat. Data yang ditunjukkan pada tampilan aplikasi pengaturan lampu lalu lintas akan sesuai dengan keadaan lampu pada simulasi perangkat keras.

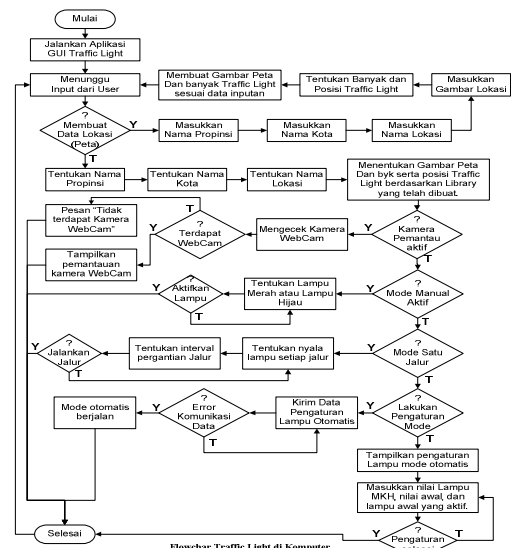
3.2.1 Gambaran Umum Sistem Perancangan Perangkat Lunak

Sebelum memulai merancang perangkat lunak, terlebih dahulu perlu dilakukan analisis kebutuhan yang diharapkan oleh aplikasi sebagai berikut:

1. Aplikasi menampilkan jendela utama / tampilan awal kepada pengguna.
2. Terdapat *form* pengaturan untuk mengatur pembuatan peta lokasi traffic light yang meliputi letak propinsi, kota, lokasi traffic light, gambar peta lokasi, jumlah lampu dan menyimpannya sebagai data masukan.
3. Mampu mengambil status kondisi lampu yang sebenarnya, yaitu dalam keadaan menyala merah, kuning maupun hijau.
4. Mampu menampilkan waktu (*timer*) lama lampu menyala.

5. Mampu mengatur nyala lampu dengan mode manual, semi otomatis dan otomatis.
6. Terdapat antarmuka untuk menyalakan dan menampilkan kamera pemantauan jalan raya.
7. Pada tampilan kamera terdapat pengaturan motor stepper untuk mengendalikan perputaran sesuai arah yang dikehendaki.
8. Mampu berkomunikasi baik dengan perangkat keras / mikrokontroller yang terhubung melalui *wireless* (*transceiver*).

Dari perancangan diatas dapat dibuat sebuah diagram alir sebagai berikut.

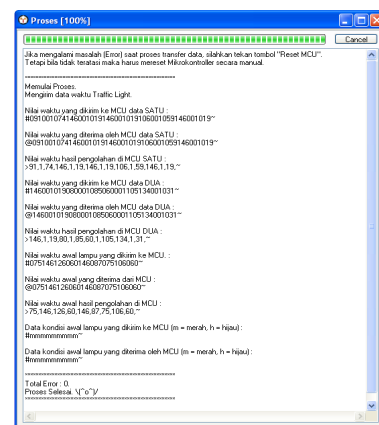


Gambar 7. Diagram alir traffic light pada aplikasi komputer.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Koneksi Antara Komputer Dengan Rangkaian Mikrokontroller Melalui Wireless

Pengujian koneksi komputer dengan perangkat keras dilakukan dengan melakukan pengaturan nyala lampu pada setiap lampu. Setelah selesai melakukan pengaturan, data tersebut dapat dikirim ke perangkat keras dengan proses pengiriman ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 8. Proses pengiriman data komputer ke perangkat keras.

Klik tombol "Kirim Data Lampu" dan biarkan proses transfer data berlangsung hingga selesai. Pada Gambar 8 terlihat bahwa terjadi proses pengiriman data dari aplikasi komputer ke perangkat keras. Pengiriman data tersebut meliputi nilai waktu lampu, nilai waktu awal lampu dan data kondisi awal lampu. Jika terdapat kesalahan / error saat proses transfer pengiriman data, maka sebaiknya proses diulangi kembali.

4.2 Pengujian Pengendalian Lampu Lalu Lintas (Traffic Light)

4.2.1 Pengujian Traffic Light Secara Manual

Pengujian dilakukan dengan menekan tombol merah yang terdapat pada masing-masing lampu sesuai keadaan jalan yang diinginkan. Saat salah satu tombol lampu ditekan maka hanya lampu tersebut yang menyala hijau, sedangkan lampu yang lain tetap menyala merah.

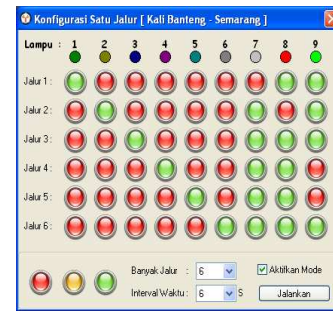


Gambar 9. Mode pengendalian *traffic light* secara manual.

Merubah warna lampu merah menjadi hijau berdasarkan jalur yang ada sesuai dengan keinginan pengguna. Setelah menentukan nyala lampu kemudian klik tombol "Aktifkan Lampu" untuk mengirim data tersebut ke perangkat keras. Mengaktifkan nyala lampu sesuai pengaturan manualnya. Kondisi nyala lampu pada tampilan aplikasi akan sesuai dengan tampilan lampu pada simulasi perangkat keras.

4.2.2 Pengujian Traffic Light Secara Semi Otomatis (Semi Auto)

Aplikasi pengaturan mode lampu lalu lintas secara semi otomatis dilakukan dengan mengklik tombol pilihan "Hijau Satu Jalur". Pada pengaturan mode ini, nyala lampu setiap jalur diatur secara manual sebanyak jumlah jalur yang ada. Pengaturan perpindahan nyala lampu pada setiap jalurnya dikendalikan secara otomatis oleh interval lampu yang telah ditentukan sebelumnya. Proses inilah yang kemudian disebut sebagai mode pengaturan lampu lalu lintas secara semi otomatis (*semi-auto*).

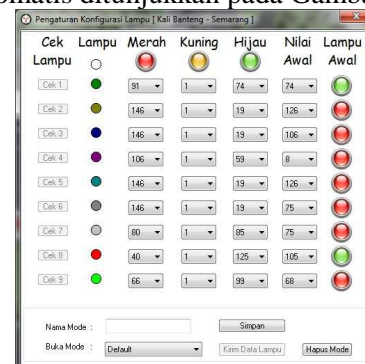


Gambar 10. Konfigurasi mode pengendalian *traffic light* secara semi otomatis.

Mode semiotomatis pada dasarnya adalah mode manual yang dijalankan menggunakan timer yang ditentukan oleh software komputer atau oleh master. Interval waktu adalah waktu yang dibutuhkan untuk pergantian setiap jalur. Pada gambar diatas pengaturan interval pergantian jalur setiap 6 detik dengan banyak jalur adalah 6 buah jalur. Seluruh data konfigurasi mode ini kemudian dikirimkan ke perangkat keras. Hasil tampilan nyala lampu pada aplikasi ini akan sama dengan nyala lampu pada simulasi perangkat keras.

4.2.3 Pengujian Traffic Light Secara Otomatis

Pengujian mode otomatis yaitu pengujian dengan mengatur interval / nilai-nilai setiap lampu lalu lintas dengan nilai tertentu sehingga nyala setiap lampu akan sesuai perhitungan pengguna dan berjalan secara sinkron. Pengaturan nilai-nilai mode otomatis ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Konfigurasi mode pengendalian *traffic light* secara otomatis.



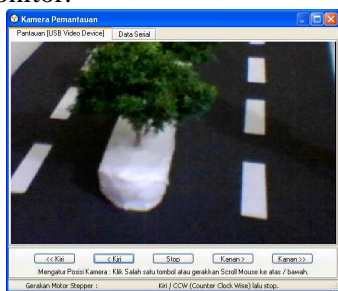
Gambar 12. Mode pengendalian *traffic light* secara otomatis.

Dari hasil proses pengaturan lampu lalu lintas secara otomatis, terlihat bahwa data pengaturan telah sesuai diterapkan pada aplikasi tersebut. Adanya waktu (*timer*) pada setiap lampu menunjukkan lamanya lampu tersebut menyala dan akan berubah warna nyala lampu setelah berada tepat diangka 0 (*countingdown* atau perhitungan waktu mundur).

4.3 Pengujian Kamera Pemantau dan Pengendalian Motor Stepper

4.3.1 Pengujian Kamera Pemantau

Pengujian kamera pemantau dilakukan dengan cara pengguna menekan tombol “Kamera” pada tampilan Gambar 12. Selanjutnya aplikasi akan mendeteksi keberadaan kamera, jika terdapat kamera webcam maka akan langsung ditampilkan melalui monitor.



Gambar 13. Hasil pengujian kamera pemantauan.

Dari hasil proses pengujian kamera pemantauan terlihat bahwa kamera pemantauan bekerja menjalankan / menampilkan hasil gambar video pada layar aplikasi. Dengan kata lain dapat disimpulkan bahwa hasil dari pengujian kamera pemantauan dinyatakan berhasil.

4.3.2 Pengujian Pengendalian Motor Stepper

Pengujian pengendalian motor stepper pada tugas akhir ini tidak membahas tentang detail ketepatan sudut putaran motor stepper. Pembahasan ditujukan pada perbandingan penyesuaian arah perputaran motor stepper dengan pilihan tombol yang tersedia.

Tabel 1. Hasil pengujian pengendalian motor stepper

No	Pilihan Tombol	Pergerakan Arah Motor Stepper	Pergerakan Arah Seharusnya	Keterangan
1	Kanan >	Memutar ke kanan 1 langkah	Memutar ke kanan 1 langkah	Sesuai
2	< Kiri	Memutar ke kiri 1 langkah	Memutar ke kiri 1 langkah	Sesuai
3	Kanan >>	Memutar ke kanan terus-menerus	Memutar ke kanan terus-menerus	Sesuai
4	<< Kiri	Memutar ke kiri terus-menerus	Memutar ke kiri terus-menerus	Sesuai
5	Stop	Berhenti / Tidak ada pergerakan	Berhenti / Tidak ada pergerakan	Sesuai

Dari Tabel 1 di atas diketahui bahwa ketika pilihan tombol dipilih, hasil pengujian pergerakan arah motor stepper yang diperoleh telah sesuai dengan pergerakan arah yang seharusnya. Pada saat pilihan tombol stop diaktifkan, maka tidak terjadi pergerakan sama sekali / berhenti. Dengan kata lain dapat disimpulkan bahwa hasil dari pengujian pengendalian motor stepper dinyatakan berhasil.

4.4 Pengujian Jarak Wireless Tanpa Halangan

Pengujian jarak *wireless* dilakukan tanpa halangan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai maksimum dari kinerja jarak transfer data perangkat *wireless* tersebut. Yang dimaksud halangan pada pengujian ini adalah gedung-gedung bertingkat maupun benda yang dapat mengganggu proses transfer data melalui *wireless*.

Tabel 2. Hasil pengujian jarak *wireless* tanpa halangan

Jarak Pengiriman Data Wireless	Kondisi Nyala Lampu	Hasil Pengiriman
5 Meter	Normal	Berhasil
10 Meter	Normal	Berhasil
15 Meter	Normal	Berhasil
20 Meter	Normal	Berhasil
25 Meter	Normal	Berhasil
30 Meter	Normal	Berhasil
35 Meter	Normal	Berhasil
40 Meter	Normal	Berhasil
45 Meter	Normal	Berhasil
50 Meter	Normal	Berhasil
55 Meter	Normal	Berhasil
60 Meter	Normal	Berhasil
65 Meter	Normal	Berhasil
68 Meter	Nyala-Mati	Gagal
72 Meter	Mati	Gagal

Dari Tabel 2 di atas dapat diketahui bahwa pengujian jarak *wireless* tanpa halangan yang dilakukan sepanjang interval jarak 5 meter hingga 62 meter berjalan dengan baik dan dinyatakan berhasil. Pada interval jarak 63 meter hingga 67 meter terjadi ketidakstabilan pengiriman data *wireless*. Pada jarak pengiriman 68 meter terjadi kondisi nyala lampu mati dan hasil pengiriman data *wireless* dinyatakan gagal. Dengan demikian jarak maksimal agar pengiriman data berjalan normal melalui *wireless* pada pengujian ini adalah sejauh 62 meter.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil perancangan dan pengujian pengaturan lampu lalu lintas secara *wireless* berbasis mikrokontroler berdasarkan kepadatan kendaraan dengan pemantauan CCTV adalah sebagai berikut :

1. Sistem yang dibuat dapat mengendalikan status kondisi lampu yang terpasang, yaitu apakah lampu tersebut akan menyala merah, kuning, maupun hijau. Serta dapat mengendalikan arah perputaran motor stepper dan menampilkan hasil pemantauan kepadatan lalu lintas menggunakan kamera webcam.
2. Pengaturan mode secara manual telah berhasil mengaktifkan lampu sesuai dengan kondisi nyala lampu yang diinginkan. Dengan cara memilih kondisi nyala pada setiap lampu, menekan checkbox “Mode Manual Aktif” dan menekan tombol “Aktifkan Lampu” di kotak Manual.
3. Pengaturan mode secara semi otomatis / hijau satu jalur pada dasarnya adalah mode manual yang dijalankan menggunakan timer / interval waktu yang ditentukan oleh pengguna melalui aplikasi komputer.
4. Pengaturan mode secara otomatis terdapat waktu (*timer*) yang menunjukkan lamanya lampu tersebut menyala dan akan berubah warna nyala lampu setelah berada tepat diangka 0. Perhitungan yang dilakukan adalah *countingdown* atau perhitungan waktu mundur.
5. Pengujian jarak *wireless* tanpa halangan didapatkan jarak maksimal agar pengiriman data berjalan normal melalui *wireless* pada pengujian ini adalah sejauh 62 meter.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat memperbaiki kekurangan yang ada dan dapat mengembangkan apa yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini. Untuk itu disarankan hal-hal berikut ini:

1. Pengaturan dan pengendalian peralatan dapat dilakukan dengan menggunakan sistem website / secara online pada jaringan internet.
2. Penggunaan kamera dengan sistem transfer data melalui *wireless*, sehingga sistem dapat berjalan dengan nirkabel (*wireless*) secara keseluruhan.
3. Pengaktifan lampu-lampu dapat dikembangkan untuk dilakukan melalui jaringan selular atau telepon genggam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Binanto, I., *Membangun Jaringan Komputer Praktis Sehari-hari*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2007.
- [2] Jacob M. Ph.D, C.C. Halkias, Ph.D, *Elektronika Terpadu*, Erlangga, Jakarta, 1990.
- [3] Malkhamah.S, 1996, *Survey Lampu Lalu Lintas dan Pengantar Manajemen Lalu Lintas*, Yogyakarta : KMTS FT UGM.
- [4] Mukhlisin, Hafid DFN Team. 2008. *Tutorial Delphi For Newbie Be Master Without Teacher*.Pingit.
- [5] Qotrunnada, S., *Perancangan Lampu Lalu Lintas Jalan Salemba-Kramat-Paseban Menggunakan Fuzzy Logic Controller*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2010.
- [6] Sriadi, A. A., *Pemanfaatan Port Paralel Komputer untuk Mengaktifkan Lampu Melalui Jaringan Lokal*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2008.
- [7] Sudjadi, 2005, *Teori dan Aplikasi Mikrokontroler*, Yogyakarta : Graha Ilmu..
- [8] Sunarto, 1998, *Prinsip Kerja Transceiver*, Jakarta
- [9] <http://www.atmel.com> (17-12-2010)
- [10] <http://www.datasheetcatalog.com> (17-12-2010)
- [11] <http://www.id.wikipedia.org> (05-01-2011)

BIODATA PENULIS

Kurnia Aditya Rahman (L2F606039)



Lahir di Semarang, 12 September 1988. Saat ini sedang menyelesaikan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, konsentrasi Elektronika Telekomunikasi.

Mengetahui dan mengesahkan,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Yuli Christiyono, ST, MT

Budi Setiyono, ST, MT

NIP.

NIP.

196807111997021001

197005212000121001

Tanggal: _____

Tanggal: _____